

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/056092

International filing date: 21 November 2005 (21.11.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 062 018.0
Filing date: 23 December 2004 (23.12.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 05 December 2005 (05.12.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 062 018.0
Anmeldetag: 23. Dezember 2004
Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH,
70469 Stuttgart/DE
Bezeichnung: Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine
IPC: F 02 D 41/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. November 2005
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Nitschke

5 15.12.2004 KNA/GGA
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer
Brennkraftmaschine, bei dem eine Luftfüllung in einem
Brennraum unter Berücksichtigung eines Drucks in einem
Ansaugkanal ermittelt wird. Die Erfindung betrifft ferner
ein Computerprogramm, ein elektrisches Speichermedium für
eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung einer
20 Brennkraftmaschine, sowie eine Steuer- und/oder
Regeleinrichtung einer Brennkraftmaschine.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist vom Markt her
bekannt. Bei vielen Brennkraftmaschinen wird der Druck in
einem Ansaugkanal mittels eines Drucksensors gemessen. Über
einen linearen Zusammenhang wird aus dem gemessenen Druck
eine Luftfüllung in den Brennräumen der Brennkraftmaschine
berechnet. Die Kenntnis dieser Luftfüllung ist vor allem
bei luftgeführten Systemen für die richtige Zumessung des
30 Kraftstoffs in die Brennräume der Brennkraftmaschine
wichtig. Eine richtige Zumessung des Kraftstoffs wiederum
hat Auswirkungen auf den Kraftstoffverbrauch und das
Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine. Allgemein wird
in diesem Zusammenhang auf die DE 197 56 919 A1 verwiesen.

Bekannt sind ferner Viertakt-Brennkraftmaschinen mit Nockenwellenüberschneidung. Bei derartigen Brennkraftmaschinen können im Bereich des oberen Totpunkts zwischen Ausschiebetakt und Ansaugtakt die Auslassventile und Einlassventile eines Brennraums für einen gewissen Kurbelwellenbereich gleichzeitig geöffnet sein. Hierdurch kann eine interne Abgasrückführung realisiert werden, durch die unter anderem eine Reduzierung der Stickoxidemissionen erreicht werden kann. Es wurde jedoch festgestellt, dass bei derartigen Systemen mit großer

Nockenwellenüberschneidung die Ermittlung der Luftfüllung im Brennraum bisher entweder komplex oder ungenau ist.

Die vorliegende Erfindung hat daher die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass auch bei Systemen mit großer Nockenwellenüberschneidung eine möglichst genaue Bestimmung der Luftfüllung auf der Basis des im Ansaugkanal herrschenden Drucks möglich ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Luftfüllung anhand eines Modells ermittelt wird, welches als Eingangsgrößen eine Drehzahl einer Kurbelwelle und ein Verhältnis des Drucks in dem Ansaugkanal zu einem Umgebungsdruck erhält. Bei einem Computerprogramm, einem elektrischen Speichermedium und einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung einer Brennkraftmaschine wird die gestellte Aufgabe entsprechend gelöst.

Vorteile der Erfindung

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass bei Systemen mit großer Nockenwellenüberschneidung ein nicht linearer Zusammenhang zwischen der in einem Brennraum vorhandenen Luftfüllung und

dem im Ansaugkanal herrschenden Luftdruck besteht. Ferner wurde erkannt, dass dieser nicht lineare Zusammenhang im Wesentlichen eine Funktion des Verhältnisses zwischen dem im Ansaugkanal herrschenden Luftdruck und dem

5 Umgebungsdruck ist. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird dieses Verhältnis daher zusätzlich für die Ermittlung der im Brennraum vorhandenen Luftfüllung verwendet. Diese kann daher auch bei Systemen mit großer Nockenwellenüberschneidung mit hoher Präzision bestimmt
10 werden, was wiederum vor allem dann, wenn die Brennkraftmaschine luftgeführt arbeitet, eine präzise Einstellung eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Gemisches im Brennraum gestattet. Letztlich werden durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen sowohl der Kraftstoffverbrauch
15 als auch das Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine verbessert.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass das Modell als
20 Eingangsgröße zusätzlich eine Temperatur der im Brennraum vorhandenen Luft erhält. Hierdurch werden Fehler aufgrund einer veränderten Luftdichte verhindert oder zumindest verringert und die Präzision bei der Ermittlung der Luftfüllung nochmals verbessert.

25

In Weiterbildung hierzu kann angenommen werden, dass die Temperatur der im Brennraum vorhandenen Luft gleich einer erfassten Temperatur der Luft im Ansaugkanal ist. Hierdurch wird der Rechenaufwand verringert, ohne dass die Präzision
30 bei der Ermittlung der Luftfüllung deutlich verschlechtert wird.

Alternativ hierzu kann die Temperatur der im Brennraum vorhandenen Luft auch anhand eines Modells ermittelt
35 werden, welches als Eingangsgrößen eine erfasste Temperatur

der Luft im Ansaugkanal und mindestens eine weitere erfasste Temperatur der Brennkraftmaschine, insbesondere eine Kühlwassertemperatur, eine Abgastemperatur und/oder eine Zylinderkopftemperatur, erhält. Diese

- 5 Verfahrensvariante erhöht die Präzision, ohne dass zusätzliche Sensoren erforderlich sind.

Möglich ist ferner, dass der Umgebungsdruck anhand der Differenz zwischen einem erfassten und einem modellierten
10 Druck in dem Ansaugkanal ermittelt wird. Auf diese Weise kann ein separater Sensor zur Erfassung des Umgebungsdrucks entfallen, was Kosten spart.

- Dabei wird die Präzision bei der Ermittlung des
15 Umgebungsdrucks dadurch erhöht, dass die Ermittlung nur durchgeführt wird, wenn die Drosselklappenöffnung oder eine äquivalente Größe einen Grenzwert erreicht und/oder überschreitet. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich
20 der Umgebungsdruck nur sehr langsam ändert, eine kontinuierliche Ermittlung also nicht erforderlich ist. Wenn die Drosselklappe jedoch vergleichsweise weit oder vollständig geöffnet ist, kann der Umgebungsdruck durch eine Integration über die oben genannte Differenz mit
25 vergleichsweise hoher Präzision ermittelt werden.

- In Weiterbildung hierzu wiederum kann der modellierte Druck in dem Ansaugkanal anhand eines Modells ermittelt werden, welches als Eingangsgröße eine Differenz zwischen einer in den Ansaugkanal einströmenden Luftmasse und einer aus dem
30 Ansaugkanal in den Brennraum strömenden Luftmasse erhält. Durch diese einfache Mengenbilanz kann der Druck im Ansaugkanal sehr einfach und ebenfalls mit hoher Präzision modelliert werden, so dass auf einen entsprechenden Drucksensor gegebenenfalls verzichtet werden kann.

Dabei kann wiederum die aus dem Ansaugkanal in den Brennraum strömende Luftmasse anhand eines Modells ermittelt werden, welches als Eingangsgröße eine Stellung einer Drosselklappe erhält. Die Stellung der Drosselklappe wird bei üblichen geregelten Drosselklappen ohnehin erfasst, so dass hierdurch keine zusätzlichen Kosten entstehen.

1. Um Fertigungstoleranzen und/oder

Verschleißerscheinungen an der Drosselklappe bei der Ermittlung der in den Brennraum strömenden Luftmasse berücksichtigen zu können, ist es vorteilhaft, wenn das entsprechende Modell zusätzlich eine Korrekturgröße einer Drosselklappenkennlinie erhält, die aus der Differenz zwischen modelliertem und erfasstem Druck im Ansaugkanal ermittelt wird. Auch dies dient zur Steigerung der Präzision bei der Bestimmung der in den Brennraum gelangenden Luftmasse. Dabei wird die Korrekturgröße vorteilhafterweise nur ermittelt, wenn die Drosselklappenöffnung oder eine äquivalente Größe kleiner als ein Grenzwert ist und/oder diesen erreicht.

Mit besonders wenig Speicherplatz, einem Minimum an Sensoraufwand und wenig Rechenzeit können die oben genannten Verfahren dann realisiert werden, wenn mindestens eines der Modelle eine Kennlinie und/oder ein Kennfeld umfasst.

Zeichnungen

Nachfolgend wird ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine;

5 Figur 2 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln einer Luftfüllung;

Figur 3 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln eines Umgebungsdrucks und eines Offsets einer
10 Drosselklappenkennlinie;

Figur 4 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln eines modellierten Drucks in einem Ansaugkanal der Brennkraftmaschine von Figur 1;

15 Figur 5 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln einer aus dem Ansaugkanal in den Brennraum strömenden Luftmasse; und

20 Figur 6 ein Flussdiagramm, welches das Zusammenwirken der in den Figuren 2 - 5 gezeigten Verfahren darstellt.

25 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Eine Brennkraftmaschine trägt in Figur 1 insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie umfasst mehrere Zylinder, von denen aus Gründen der Übersichtlichkeit in Figur 1 nur einer mit dem Bezugszeichen 12 gezeigt ist. Der entsprechende
30 Brennraum trägt das Bezugszeichen 14. Kraftstoff wird in den Brennraum 14 direkt mittels eines Kraftstoffinjektors 16 eingespritzt, der an ein Kraftstoffsystem 18 angeschlossen ist. Luft gelangt in den Brennraum 14 über ein Einlassventil 20 und einen Ansaugkanal 22, in dem eine
35 Drosselklappe 24 angeordnet ist. Diese wird von einem

Stellmotor 26 verstellt, ihre aktuelle Stellung wird von einem Drosselklappensensor 28 erfasst. Der im Ansaugkanal 22 herrschende Luftdruck wird von einem Drucksensor 30, die entsprechende Temperatur von einem mit diesem kombinierten
5 Temperatursensor 32 erfasst. Der Drucksensor 30 sitzt stromabwärts von der Drosselklappe 24 und misst den Druck vor dem Einlassventil 20. Wie weiter unten noch erläutert werden wird, herrscht dann, wenn das Einlassventil 20 schließt, Druckgleichheit zwischen Ansaugkanal 22 und
10 Brennraum 14. Deswegen kann in diesem Fall mit dem Druck im Ansaugkanal 22 die Luftfüllung im Brennraum 14 ermittelt werden.

Ein im Brennraum 14 vorhandenes Kraftstoff-Luft-Gemisch
15 wird von einer Zündkerze 34 entflammt, die mit einem Zündsystem 36 verbunden ist. Heiße Verbrennungsabgase werden aus dem Brennraum 14 über ein Auslassventil 38 und ein Abgasrohr 40 abgeleitet.

20 Die in Figur 1 gezeigte Brennkraftmaschine 10 ist in ein nicht dargestelltes Kraftfahrzeug eingebaut. Ein Leistungswunsch des Fahrers des Kraftfahrzeugs wird durch die Stellung des Gaspedals 42 zum Ausdruck gebracht. Die Drehzahl einer Kurbelwelle 44 der Brennkraftmaschine 10
25 wird von einem Drehzahlsensor 46 abgegriffen. Der Betrieb der Brennkraftmaschine 10 wird von einer Steuer- und Regeleinrichtung 48 gesteuert beziehungsweise geregelt. Diese erhält Eingangssignale von den Sensoren 28, 30, 32, 42 und 46 und steuert unter anderem die Stelleinrichtung
30 26, den Injektor 16 sowie das Zündsystem 36 an.

Die in Figur 1 gezeigte Brennkraftmaschine 10 wird nach dem 4-Takt-Prinzip betrieben. Dabei ist eine Ventilüberschneidung des Einlassventils 20 und des
35 Auslassventils 38 möglich. Diese bedeutet, dass im Bereich

des oberen Totpunktes zwischen einem Ausschiebetakt und einem Ansaugtakt gleichzeitig beide Ventile 20 und 38 geöffnet sein können. Hierdurch kann eine interne Abgasrückführung realisiert werden. Für den Betrieb der

5 Brennkraftmaschine 10 ist es wichtig, möglichst exakt feststellen zu können, welche Luftfüllung sich im Brennraum 14 befindet. Hierzu ist auf einem Speicher der Steuer- und Regeleinrichtung 48 ein Computerprogramm abgelegt, welches zur Steuerung eines Verfahrens dient, das nun unter
10 Bezugnahme auf die Figuren 2 - 6 näher erläutert wird.

In Figur 2 ist gezeigt, wie man die im Brennraum 14 der Brennkraftmaschine 10 vorhandene Luftfüllung mittels eines Teilverfahrens A erhält: Danach werden in ein Kennfeld 50
15 die vom Drehzahlsensor 46 bereitgestellte Drehzahl n_{mot} und ein Druckverhältnis f_p eingespeist. Das Druckverhältnis f_p wird durch Division im Block 52 des vom Drucksensor 30 bereitgestellten Drucks p_s im Ansaugkanal 22 durch einen Umgebungsdruck p_u erhalten. Die Bereitstellung des
20 Umgebungsdrucks p_u wird weiter unten im Detail erläutert. Das Kennfeld 50 liefert einen Wert rl' . Im Rahmen einer Dichtekorrektur wird dieser in 54 mit einem Faktor f_{pu} multipliziert, der durch Division im Block 56 des Umgebungsdrucks p_u durch den Normdruck von 1.013 hPa
25 gewonnen wird.

Analog hierzu erfolgt in 58 eine Multiplikation mit einem Faktor f_{tb} , der in 60 durch Division einer Temperatur T_{br} durch die Standardtemperatur von 273 K gewonnen wird. Bei
30 der Temperatur T_{br} handelt es sich um die Gastemperatur im Brennraum 14 zu einem Zeitpunkt, zu dem das Einlassventil 20 schließt. Im einfachsten Fall wird die Temperatur T_{br} einfach der vom Temperatursensor 32 erfassten Temperatur gleichgesetzt. Alternativ kann die Temperatur T_{br} aber auch
35 unter Berücksichtigung einer weiteren erfassten Temperatur,

beispielsweise einer Kühlwassertemperatur, einer Abgastemperatur und/oder einer Zylinderkopftemperatur, erhalten werden.

5 Der in Figur 2 als Eingangsgröße verwendete Umgebungsdruck p_u wird vorliegend nicht gemessen, sondern modelliert (vgl. Figur 3, Verfahren B). Aus dieser ist ersichtlich, dass in 62 zunächst die Differenz zwischen dem vom Drucksensor 30 erfassten Druck p_s im Ansaugkanal 22 und einem modellierten 10 Druck p_{smod} gebildet wird. Die Bereitstellung des modellierten Drucks p_{smod} wird weiter unten näher erläutert werden. Die sich in 62 ergebende Druckdifferenz dp kann über einen ersten Schwellwertschalter 64 einem ersten Integrator 66 zugeführt werden, durch den der 15 Umgebungsdruck p_u gelernt wird. Die Druckdifferenz dp kann über einen zweiten Schwellwertschalter 68 einem zweiten Integrator 70 zugeführt werden, durch den ein Offset $ofmsndk$ gelernt werden kann. Die Stellungen der beiden Schwellwertschalter 64 und 68 hängen von einem 20 Luftmassenstrom $msdk$ ab, der über die Drosselklappe 24 hinwegströmt und der wiederum von der Stellung der Drosselklappe 24 abhängt. Ist der Wert $msdk$ kleiner als oder gleich wie eine Grenze beziehungsweise ein Schwellwert S , wird die Druckdifferenz dp dem zweiten Integrator 70 25 zugeführt, ist der Wert $msdk$ dagegen größer als der Schwellwert S , wird die Druckdifferenz dp dem ersten Integrator 66 zugeführt.

In Figur 4 ist gezeigt, wie man den für die Druckdifferenz 30 dp in Figur 3 benötigten modellierten Druck p_{smod} im Ansaugkanal 22 erhält (Verfahren C): In 72 wird die Differenz aus einer in den Ansaugkanal 22 einströmenden Luftmasse $rldkroh$ und einer aus dem Ansaugkanal 22 in den Brennraum 14 einströmenden Luftmasse $rldk$ gebildet. Die 35 Bestimmung der Luftmasse $rldkroh$ wird weiter unten näher

erläutert werden. Der Wert $rldk$ wird anhand des bereits oben in Zusammenhang mit Figur 2 erläuterten Verfahrens gewonnen, wobei dort der Divisor 52 anstelle des erfassten Drucks ps mit dem in einem zeitlich vorher liegenden

5 Schritt modellierten Druck $psmod$ adressiert wird. Die in 72 erhaltene Differenz drl wird in 74 mit einem Hubvolumen V_h des Zylinders 12 und einer Normdichte p_0 multipliziert. Hierdurch erhält man aus dem relativen Wert drl eine absolute Masse, die in 76 aufsummiert wird. Das Ergebnis
10 wird in 78 mit der Gaskonstanten R und der bereits oben genannten Temperatur T_{br} multipliziert und durch ein Volumen V_s des Ansaugkanals 22 dividiert. Das Ergebnis ist ein modellierter Druck $psmod$ im Ansaugkanal 22.

15 Nun wird erläutert, wie der in Figur 4 zur Adressierung des Differenzbildners 72 benötigte Wert $rldk_{kroh}$ erhalten wird (vergleiche Figur 5, Verfahren D). Ein Kennfeld 80 wird zum einen mit einem Winkel $wdkba$ adressiert, der durch den Drosselklappensensor 28 erfasst wird. Zum anderen wird
20 dieses Kennfeld 80 mit einem Faktor rpm_{od} adressiert, der in einem Divisor 82 gewonnen wird, der wiederum mit dem modellierten Druck $psmod$ im Ansaugkanal 22 und dem Umgebungsdruck p_u adressiert ist. Die
25 Drosselklappenstellung $wdkba$ ist ein Maß für den Öffnungsquerschnitt, und das Druckverhältnis rpm_{od} ist ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit.

Der Ausgang des Kennfelds 80 wird in 84 mit dem Offset $ofmsndk$ für die Stellung der Drosselklappe 24 verknüpft,
30 der gemäß dem bereits in Zusammenhang mit Figur 3 erläuterten Verfahren B bestimmt wurde. Die hierdurch erhaltene Ausgangsgröße gilt jedoch nur für die Normdichte der Luft. Den Zufluss $rlrohd_k$ bei der aktuellen Luftdichte erhält man durch die Multiplikationen in 86 und 88 mit dem
35 bereits aus Figur 2 bekannten Faktor f_{pu} und einem Faktor

ftu. Letzteren erhält man aus der Wurzel des Quotienten aus der Normtemperatur von 273 K und einer Temperatur T_{vdk} . Bei letzterer wiederum handelt es sich um die Temperatur stromaufwärts von der Drosselklappe 24, die vereinfachend mit der vom Temperatursensor 32 erfassten Temperatur gleichgesetzt werden kann.

Die Verknüpfung der in Zusammenhang mit den Figuren 2 - 5 erläuterten Einzelverfahren A - D ist nochmals insgesamt aus Figur 6 ersichtlich. Man sieht, dass man die im Brennraum 14 vorhandene Luftfüllung r_l letztlich nur mit den Eingangsgrößen n_{mot} (Drehzahlsensor 46), p_s (Drucksensor 30), w_{dkba} (Drosselklappensensor 28) und T_{vdk} (Temperatursensor 32) erhält. Dabei wird vor allem durch die Berücksichtigung des Verhältnisses zwischen dem im Ansaugkanal 22 herrschenden Druck p_s und dem Umgebungsdruck p_u im Verfahrensblock A auch bei Systemen mit großer Nockenwellen- beziehungsweise Ventilüberschneidung eine zuverlässige Ermittlung der Luftfüllung r_l ermöglicht.

Die physikalische Grundlage hierfür ist, dass bei einer Ventilüberschneidung Abgas aus dem Abgasrohr 40 durch den Brennraum 14 hindurch in den Ansaugkanal 22 zurückfließt. Diese Rückflussgeschwindigkeit ist abhängig vom Verhältnis zwischen Druck im Ansaugkanal 22 und Druck im Abgasrohr 40, und von der Ventilüberschneidungszeit. Dies wird durch das Kennfeld 50 im Verfahrensblock A berücksichtigt. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass der Druck im Abgasrohr 40 durch den Umgebungsdruck angenähert werden kann. Die Ventilüberschneidungszeit wiederum ist abhängig von der Drehzahl n_{mot} und dem Druck p_s .

5 15.12.2004 KNA/GGA
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (10),
bei dem eine Luftfüllung (rl) in einem Brennraum (14) unter
Berücksichtigung eines Drucks (ps) in einem Ansaugkanal
15 (22) ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die
Luftfüllung (rl) anhand eines Modells (A) ermittelt wird,
welches als Eingangsgrößen eine Drehzahl (nmot) einer
Kurbelwelle (44) und ein Verhältnis des Drucks (ps) in dem
Ansaugkanal (22) zu einem Umgebungsdruck (pu) erhält.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass das Modell (A) als Eingangsgröße zusätzlich eine
Temperatur (Tbr) der im Brennraum (14) vorhandenen Luft
erhält.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
25 dass angenommen wird, dass die Temperatur (Tbr) der im
Brennraum (14) vorhandenen Luft gleich einer erfassten
Temperatur der Luft im Ansaugkanal (22) ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
dass die Temperatur der im Brennraum vorhandenen Luft
30 anhand eines Modells ermittelt wird, welches als
Eingangsgrößen eine erfasste Temperatur der Luft im
Ansaugkanal und mindestens eine weitere erfasste Temperatur
der Brennkraftmaschine, insbesondere eine

Kühlwassertemperatur, eine Abgastemperatur, und/oder eine Zylinderkopftemperatur, erhält.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umgebungsdruck (p_u) anhand eines Modells (B) ermittelt wird, welches als Eingangsgroßen eine Differenz (dp) zwischen einem erfassten (p_s) und einem modellierten Druck (p_{smod}) in dem Ansaugkanal (22) erhält.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Umgebungsdruck (p_u) nur ermittelt wird, wenn die Drosselklappenöffnung oder eine äquivalente Größe (m_{sdk}) einen Grenzwert (S) erreicht und/oder überschreitet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der modellierte Druck (p_{smod}) in dem Ansaugkanal (22) anhand eines Modells (C) ermittelt wird, welches als Eingangsgroße eine Differenz (drl) zwischen einer in den Ansaugkanal (22) einströmenden Luftmasse ($rldk$) und einer aus dem Ansaugkanal (22) in den Brennraum (14) strömenden Luftmasse ($rldkroh$) erhält.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die aus dem Ansaugkanal (22) in den Brennraum (14) strömende Luftmasse ($rldkroh$) anhand eines Modells (D) ermittelt wird, welches als Eingangsgroße eine Stellung ($wdkba$) einer Drosselklappe (24) erhält.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Modell (D) zusätzlich eine Korrekturgröße ($ofmsndk$) einer Drosselklappenkennlinie erhält, die aus der Differenz (dp) zwischen modelliertem (p_{smod}) und erfasstem Druck (p_s) im Ansaugkanal (22) ermittelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturgröße ($ofmsndk$) nur ermittelt wird, wenn

die Drosselklappenöffnung oder eine äquivalente Größe (msdk) kleiner als ein Grenzwert (S) ist und/oder diesen erreicht.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dass mindestens ein Modell (A, D) eine Kennlinie und/oder ein Kennfeld (50, 80) umfasst.

12. Computerprogramm, dadurch gekennzeichnet, dass es zur Anwendung in einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche programmiert ist.

13. Elektrisches Speichermedium für eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung (48) einer Brennkraftmaschine (10),
dadurch gekennzeichnet, dass auf ihm ein Computerprogramm zur Anwendung in einem Verfahren der Ansprüche 1 bis 11 abgespeichert ist.

- 15 14. Steuer- und/oder Regeleinrichtung (48) für eine Brennkraftmaschine (10), dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Anwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 programmiert ist.

5 15.12.2004 KNA/GGA
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

10

. Zusammenfassung

15 Im Betrieb einer Brennkraftmaschine wird eine Luftfüllung
(r_l) in einem Brennraum unter Berücksichtigung eines Drucks
(p_s) in einem Ansaugkanal ermittelt. Es wird vorgeschlagen,
dass die Luftfüllung (r_l) anhand eines Modells (A)
ermittelt wird, welches als Eingangsgrößen eine Drehzahl
20 (n_{mot}) einer Kurbelwelle und ein Verhältnis des Drucks (p_s)
in dem Ansaugkanal (22) zu einem Umgebungsdruck (p_u)
erhält. (Figur 2)

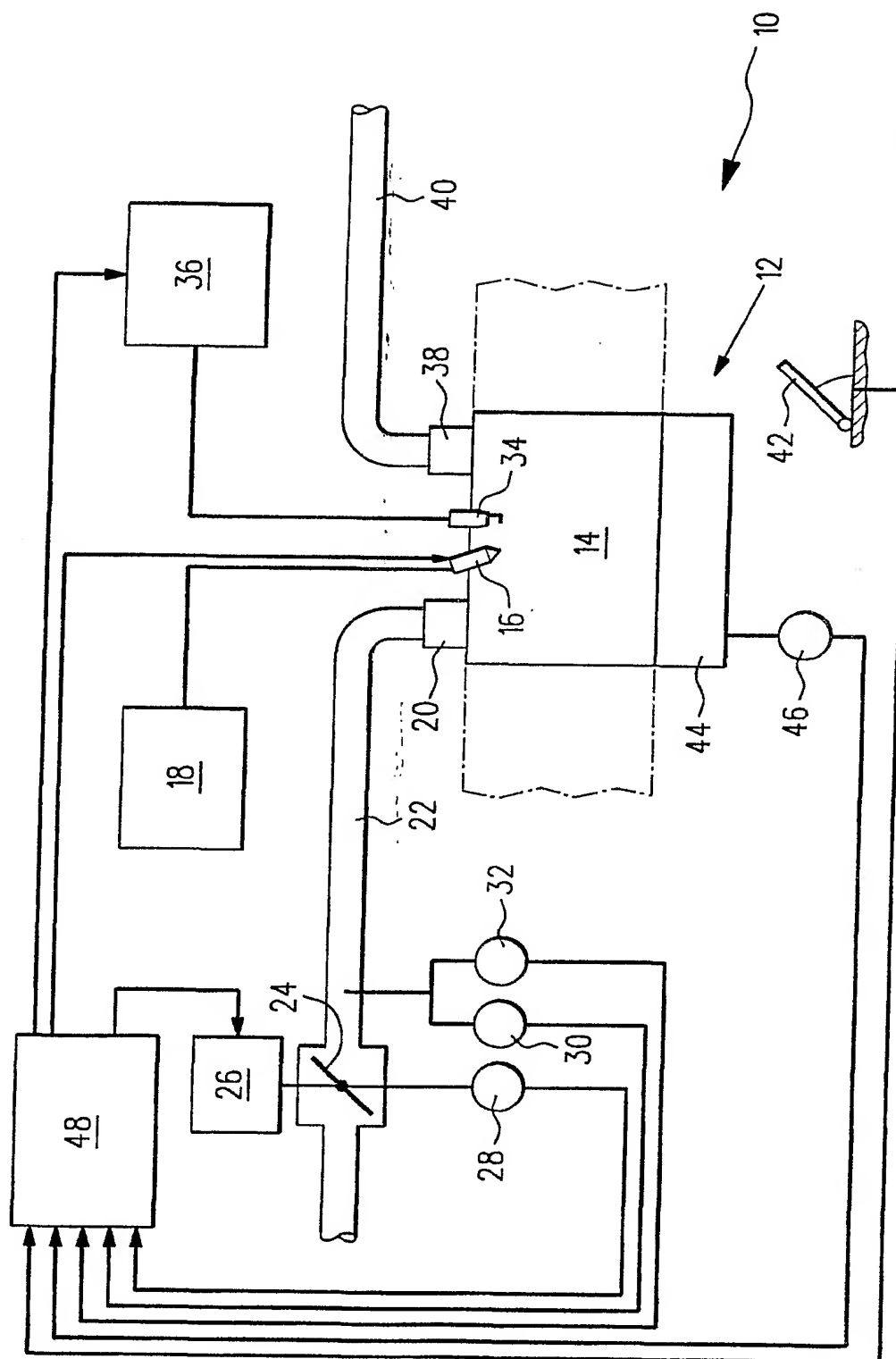


Fig. 1

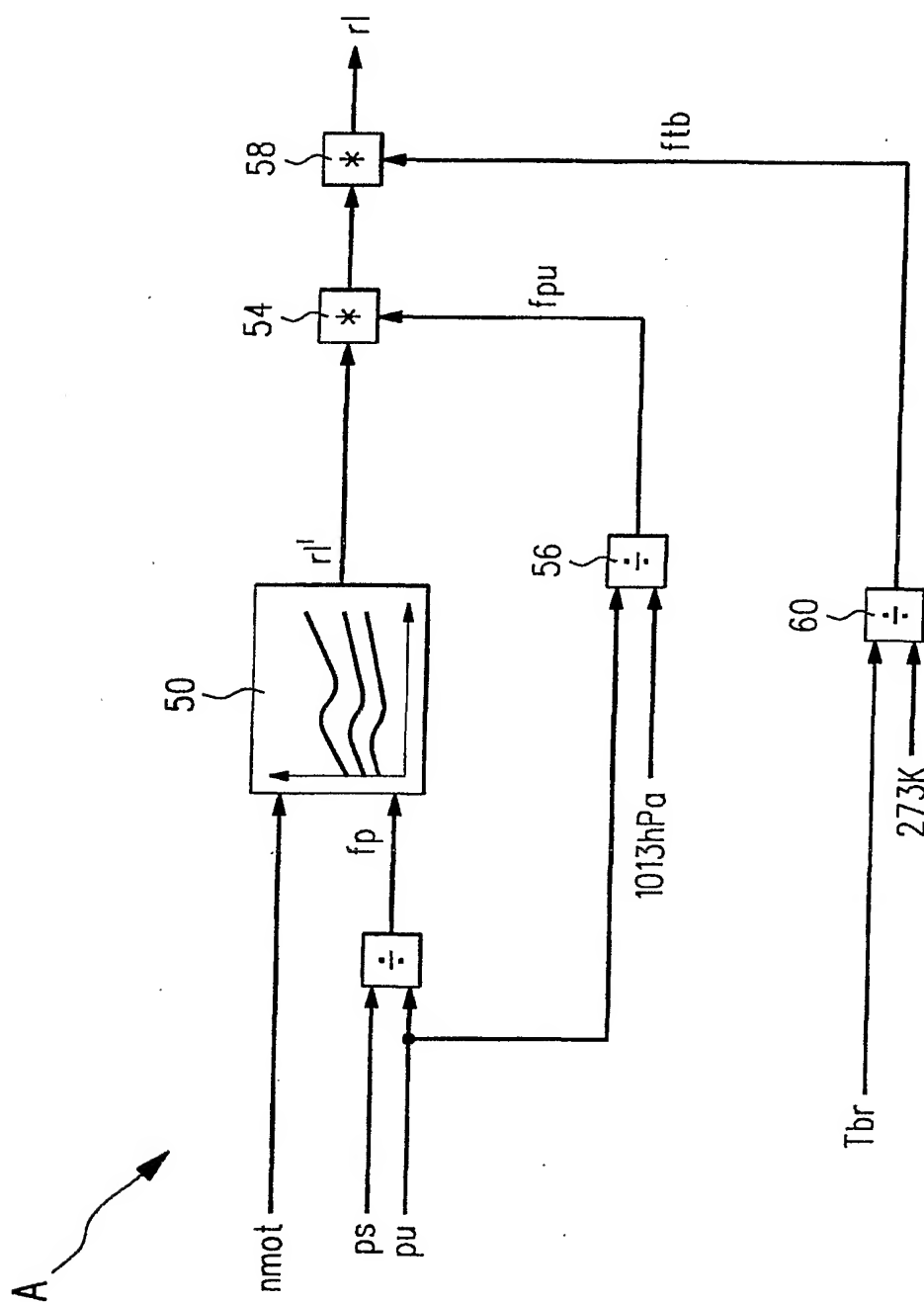


Fig. 2

3 / 6

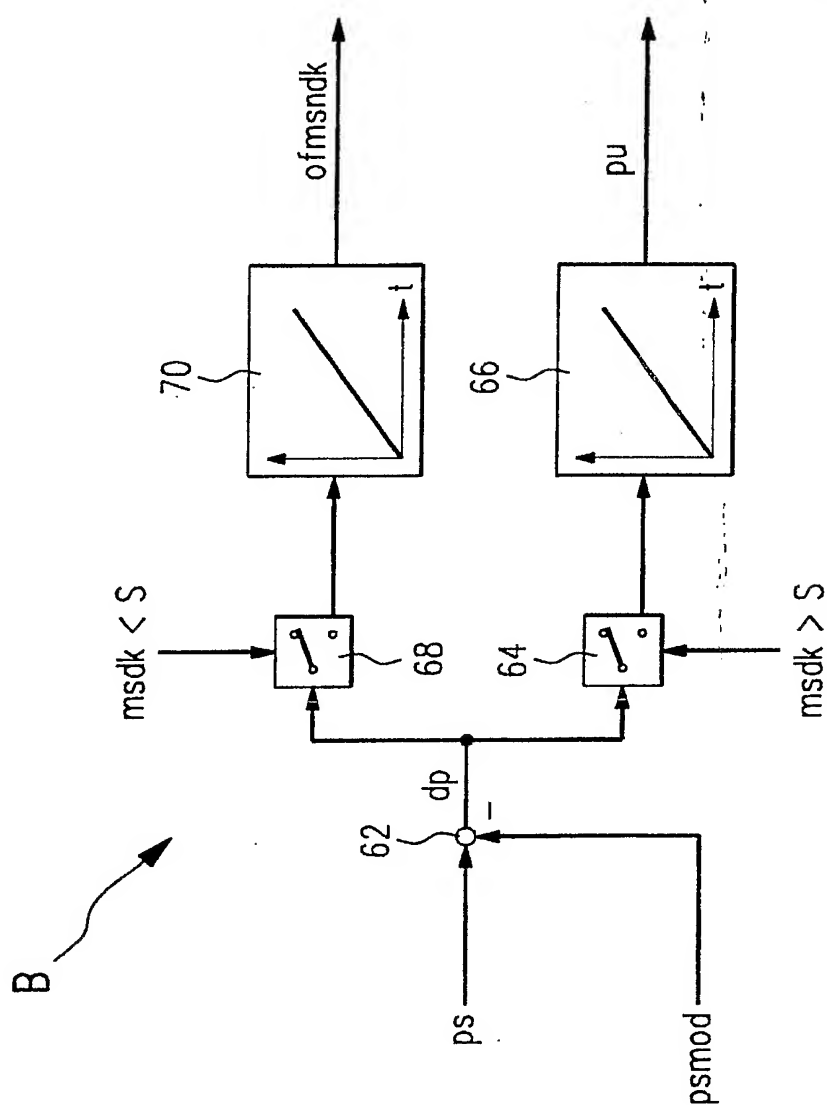


Fig. 3

4 / 6

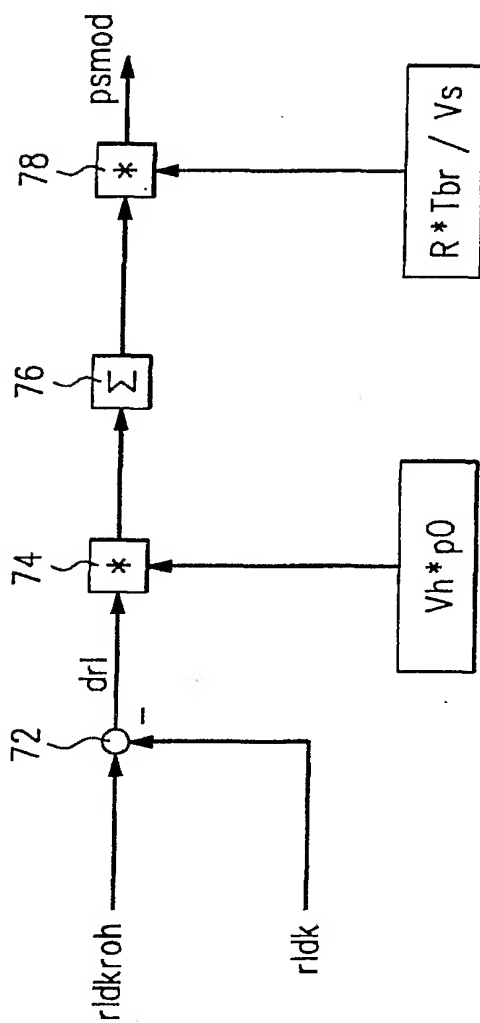
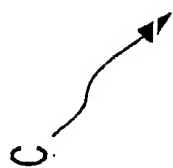
C. 

Fig. 4

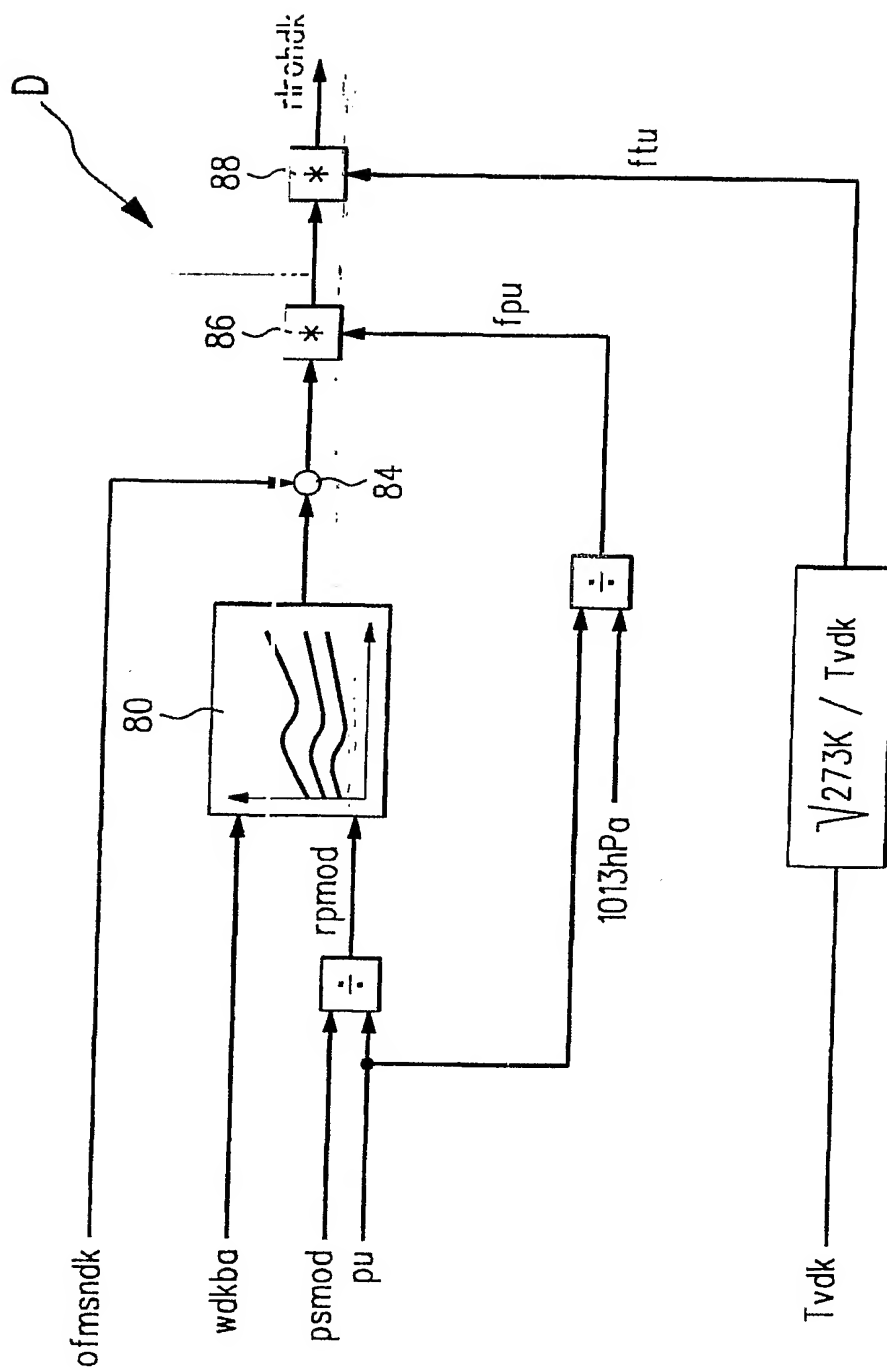


Fig. 5

6 / 6

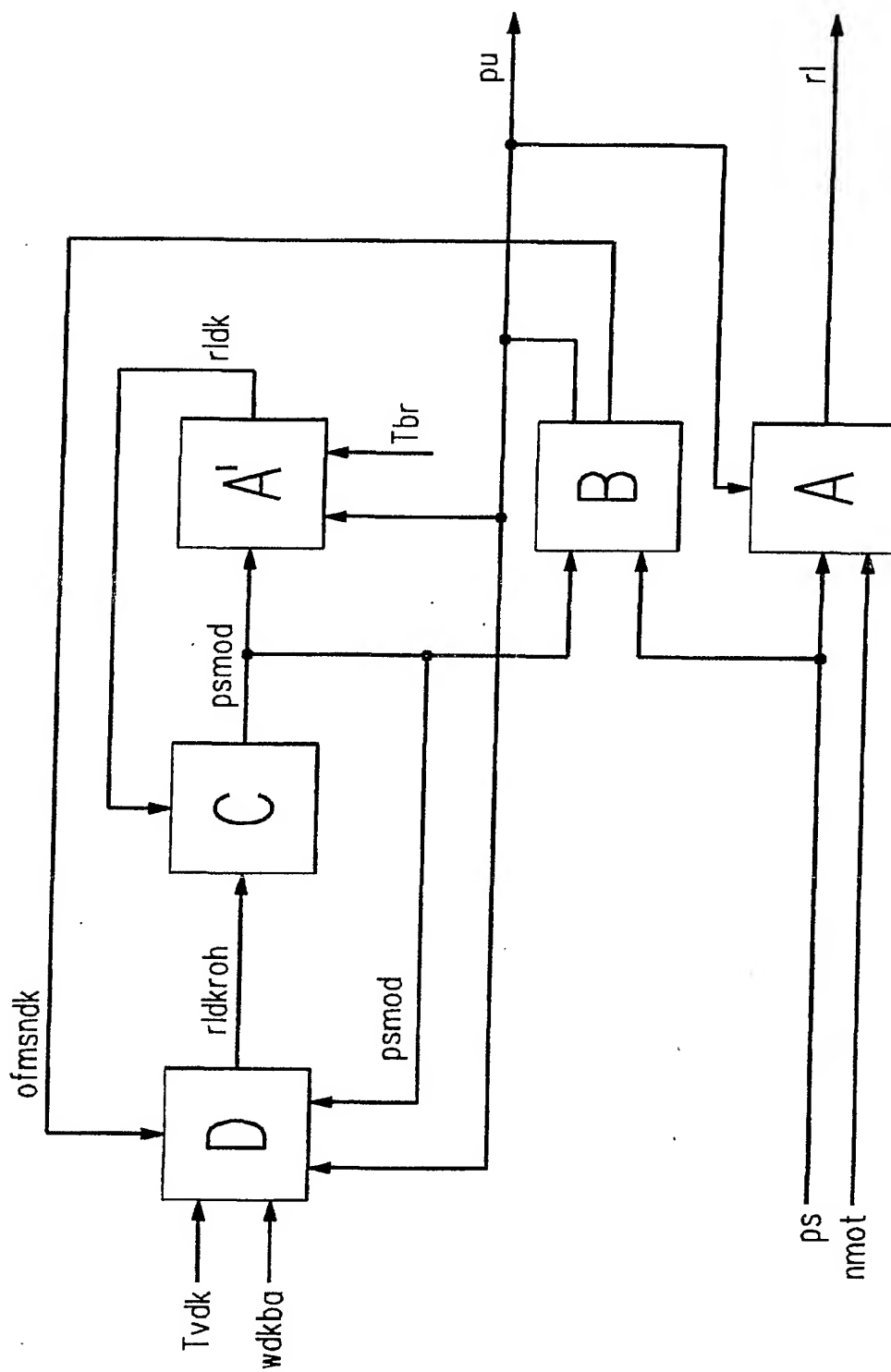


Fig. 6